

ВИКОРИСТАННЯ *LEMNA MINOR* ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД  
АМОНІЙНОГО АЗОТУ

*Жиленко К.А., Саблій Л.А., д.т.н., професор, професор кафедри  
екобіотехнології та біоенергетики*

*Козар М.Ю., к.т.н., доцент кафедри екобіотехнології та біоенергетики  
Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*

*zhylenkokateryna@gmail.com*

Амонійний азот належить до основних біогенних речовин і надходить в господарсько-побутові стічні води переважно з продуктами життєдіяльності людини. У неочищених міських стічних водах міститься в середньому від 15 до 60 мг/дм<sup>3</sup> азоту, в основному в мінеральній (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) та органічній (амінокислоти, протеїни та інші органічні сполуки) формах. Близько 80-90% усіх азотовмісних сполук у побутових стічних водах міститься у вигляді аміаку та сечовини. Через недосконалість технологій на більшості очисних станцій в Україні відсутні стадії очищення стічних вод від біогенних елементів, що спричинює потрапляння у великих кількостях сполук нітрогену, фосфору та ін. у довкілля. У разі надходження амонійних сполук в надмірних кількостях у природні водойми відбувається їх евтрофікація, що призводить до загибелі флори і фауни. У результаті інфільтрації неочищених стічних вод у ґрунт відбувається забруднення ґрунтових вод. На забруднених ділянках у сільськогосподарських районах концентрація іонів амонію у ґрунтових водах може досягати 300 мг/дм<sup>3</sup>, а у промислових районах – до 3000 мг/дм<sup>3</sup>, що робить ці води непридатними до використання без спеціального очищення [1]. Тому для запобігання забрудненню довкілля потрібно ефективно очищати стічні води.

Все більшого поширення набувають біологічні методи очищення стічних вод. Використання мікроорганізмів забезпечує високоефективний процес

біологічного перетворення забруднювальних речовин на нетоксичні продукти. Традиційним методом вилучення неорганічних сполук азоту, зокрема амонійного зі стічних вод є біологічна нітрифікація-денітрифікація. Цей метод полягає у послідовному біохімічному окисненні амонійного азоту до нітратів з наступним відновленням нітратів до вільного азоту з використанням органічного субстрату. Проте не завжди традиційні методи біологічного очищення стічних вод забезпечують достатній ступінь очищення від сполук азоту. Це призводить до певних труднощів у випадку повторного використання очищеної води у випадках, коли є жорсткі обмеження за вмістом амонійного азоту. Наприклад, допустимі концентрації амонійного азоту у воді, що використовують у рибницьких господарствах, знаходяться в межах 0,1-0,7 мг/дм<sup>3</sup> [2].

Однією із альтернативних біотехнологій є використання вищих водних рослин для доочищення води від біогенних сполук. Рослини для таких цілей повинні мати рівномірні темпи росту протягом року, бути стійкими та здатними вилучати забруднюючі речовини з води. Вище вказаним вимогам відповідають водні рослини роду ряска – *Lemna minor*, що здатні швидко пристосовуватись до штучних умов вирощування. Використання рослин *Lemna minor* є економічно вигідним, їх можна легко культивувати в штучних умовах і це спрощує налагодження постачання необхідної кількості біомаси, що потрібна для очищення, а також надлишок може бути використаний як кормова добавка для птахів, тварин та риб, оскільки нарощувана біомаса багата на білок, вітаміни E, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>.

Для досліду було використано модельний розчин відстояної водопровідної води об'ємом 0,5 дм<sup>3</sup> з початковою концентрацією амонійного Нітрогену 5 мг/дм<sup>3</sup>. Було використано біомасу ряски *Lemna minor* масою 10 г. Експеримент передбачав трьохступеневе очищення води протягом 6 днів, із заміною ряски через кожних 2 дні на свіжу порцію біомаси тієї ж кількості. Через 48, 96, 144 год від початку експерименту концентрація амонійного

Нітрогену становила 3,18 мг/дм<sup>3</sup>; 2,04 мг/дм<sup>3</sup> та 0,98 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно. Ефект очищення становив 80,4 %.

Рослини цього виду є тепло- та світлолюбивими. Зміна оптимальних умов в навколишньому середовищі, наприклад, значне зниження температури та зміна біоритму, що пов'язана зі скороченням світлового дня восени та взимку, призводить до уповільнення асиміляції основних мікроелементів, до яких належить амонійний азот. Також спостерігається відмирання досліджуваних рослин. Саме тому, обов'язковим є налагодження оптимального середовища в штучних умовах. У попередніх дослідженнях було встановлено, що для забезпечення оптимальних умов середовища необхідно використати обігрівач води на 23-26°C та штучне люмінесцентне освітлення з тривалістю роботи 8-9 годин, після чого спостерігається відновлення накопичення біомаси та припинення масового відмирання рослин [3].

Паралельно було проведено аналогічний дослід, але з встановленими оптимальними умовами середовища: використання обігрівача води на 23°C та штучного люмінесцентного освітлення з тривалістю роботи 8 годин. Для досліду було використано модельний розчин відстояної водопровідної води об'ємом 0,5 дм<sup>3</sup> з початковою концентрацією амонійного Нітрогену 5 мг/дм<sup>3</sup>. Було використано біомасу ряски *Lemna minor* масою 10 г. Експеримент передбачав трьохступеневе очищення води протягом 7 днів, із заміною ряски через кожних 2 доби на свіжу порцію біомаси тієї ж кількості. Через 48, 96, 144 год після початку експерименту концентрація амонійного Нітрогену становила 1,12 мг/дм<sup>3</sup>; 0,76 мг/дм<sup>3</sup> та 0,49 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно. Ефект такого очищення становив 90,2 %.

Порівняння ефектів очищення води від амонійного азоту вищими водними рослинами *Lemna minor* за різних умов середовища наведено на рис. 1.

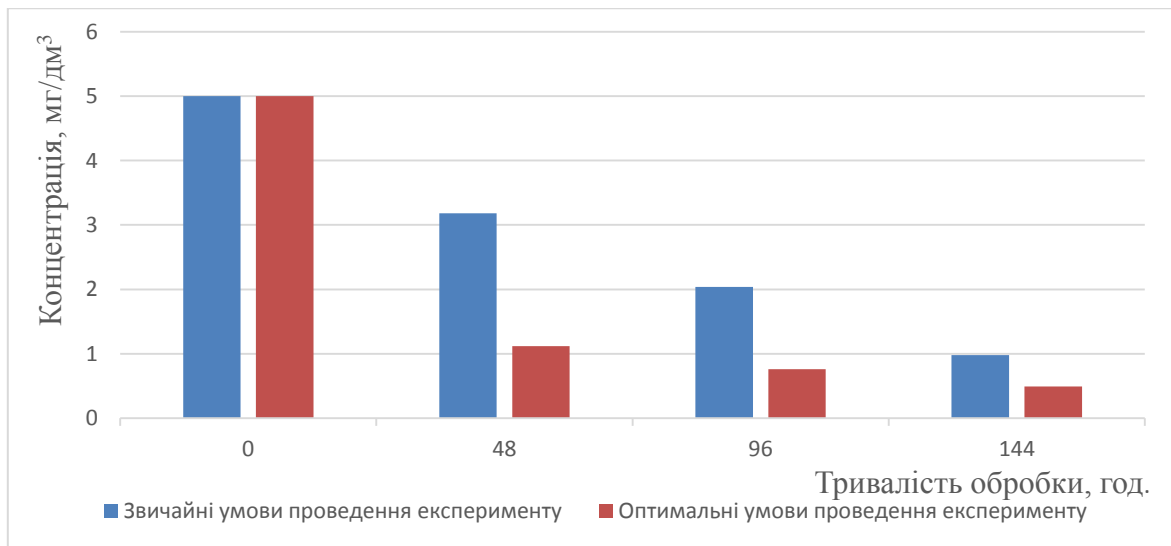


Рис.1. Асиміляція амонійного азоту ряскою *Lemna minor* за різних умов середовища

Отже, експериментальним шляхом було встановлено, що вищі водні рослини *Lemna minor* забезпечують ефективність очищення води від амонійного азоту на 80,4% при звичайних умовах проведення дослідів та початковій концентрації амонійного азоту 5 мг/дм<sup>3</sup>. Через 6 днів концентрація амонійного азоту становила 0,98 мг/дм<sup>3</sup>. Ефект очищення зростає з встановленням оптимальних умов середовища: використання обігрівача води на 23°C та штучного люмінесцентного освітлення з тривалістю роботи 8 годин, необхідних для цих рослин та через 6 днів становить 90,2% при початковій концентрації амонійного азоту 5 мг/дм<sup>3</sup>. Після завершення дослідів концентрація амонійного азоту становила 0,49 мг/дм<sup>3</sup>.

Такий метод очищення є не тільки екологічним, а й економічно вигідним. В подальшому планується здійснити дослідження використання вищих водних рослин в біотехнології очищення води не тільки від сполук амонійного азоту, а і інших біогенних сполук, зокрема фосфатів.

## Література

1. Швед О.М. Сучасні технології вилучення азоту зі стічних вод /О.М. Швед, Р.О. Петріна, О.Я. Каопенко, В.П. Новіков // *Biotechnologia Acta*. - 2014. - Т. 7, №5. - С. 108-113.
2. Технології виробництва риби в ставовій аквакультурі та схеми основних ланок технологічних процесів: Методичний посібник для лабораторних занять та самостійної роботи студентів напряму підготовки 6.090201 – «Водні біоресурси та аквакультура» /Уклад.: А.І. Андрющенко, Н.І. Вовк, А.В. Базаєва. – К.: НУБіП, 2014. – 275с.
3. Жиленко К.А., Саблій Л.А., Козар М.Ю. Використання *Lemna minor* для очищення забрудненої води рибницьких господарств/ Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій та косметичній промисловості: збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції (1-2 листопада 2018р.) / Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – Х.: НТУ «ХПІ», 2018. – 131с.